

Résumé

L'accroissement des dépôts de nitrate atmosphérique ($\text{NO}_3^-_{atm}$) sur les bassins versants d'altitude, limités en ressources, entraîne des changements nets de disponibilité d'azote. Ces apports modifient la diversité biologique (végétation, microorganismes), les processus des sols liés à l'azote et conduisent à l'eutrophisation des cours d'eau. À terme, l'impact sur les populations humaines se traduira par la perte d'importants services fournis par ces écosystèmes (alimentation en eau, qualité du fourrage, contrôle de l'érosion, biodiversité). Si les effets des dépôts de $\text{NO}_3^-_{atm}$ sur les bassins versants pauvres en azote sont maintenant bien documentés, il n'en reste pas moins à comprendre les processus régissant la rétention de $\text{NO}_3^-_{atm}$ dans les écosystèmes de montagne. Pour ce faire, la variabilité spatio-temporelle de la répartition du $\text{NO}_3^-_{atm}$ dans tous les compartiments subalpins est ici étudiée en utilisant un traceur multi-isotopique (^{17}O , ^{18}O , ^{15}N) du NO_3^- . L'importante proportion de $\text{NO}_3^-_{atm}$ dans les cours d'eau de montagne, tout au long de l'année et plus particulièrement à la fonte des neiges, laisse à penser que les bassins versants sont cinétiquement saturés en azote. La composition isotopique du NO_3^- dans les eaux de surface illustre la transformation rapide de l'ammonium de la neige et confirme que la fonte des neiges est une période cruciale du cycle de l'azote dans les montagnes enneigées. La proportion de $\text{NO}_3^-_{atm}$ dans les sols varie, quant à elle, en fonction du type d'occupation des sols et des propriétés biotiques et abiotiques afférentes. Le suivi de la végétation a montré une forte teneur en $\text{NO}_3^-_{atm}$ dans les tissus, par assimilation racinaire et foliaire. Ces avancées scientifiques permettront, à terme, de mieux comprendre comment les dépôts de $\text{NO}_3^-_{atm}$ affectent l'environnement.

Mots-clés : Nitrate, dépôts atmosphériques, isotopes, subalpin, prairies

Abstract

Increasing rates of atmospheric nitrate ($\text{NO}_3^-_{atm}$) deposition in nutrients-poor mountainous regions have led to critical changes in nitrogen (N) availability, with consequences on biodiversity (plants, microbes), soil N turnover, and water nutrients status. This will ultimately affect human populations through the loss of critical ecosystem services (e.g., provision of clean freshwater, erosion control, biodiversity). If the impacts of $\text{NO}_3^-_{atm}$ deposition to N-limited basins are now well documented, little is known about the processes driving $\text{NO}_3^-_{atm}$ retention in subalpine ecosystems. In this context, new tools are necessary to better understand the fate of $\text{NO}_3^-_{atm}$ in mountains and to predict the mid and long-term ecological consequences of increasing $\text{NO}_3^-_{atm}$ deposition. This work uses a high-resolution multi-isotopic technique combining ^{17}O , ^{18}O and ^{15}N signatures of NO_3^- in the different subalpine compartments to understand the temporal and spatial evolution of $\text{NO}_3^-_{atm}$ partitioning in a subalpine watershed of the French Alps. Year-round elevated exports of $\text{NO}_3^-_{atm}$ in subalpine streams suggest that the watershed is kinetically N saturated, especially after snowmelt. The isotopic composition of NO_3^- in freshwaters also points at the rapid processing of snow ammonium, confirming that snowmelt is a “hot moment” for N cycling in seasonally snow-covered catchments. The monitoring of soils reveals varying $\text{NO}_3^-_{atm}$ proportions depending on the land management regimes and implied biotic and abiotic characteristics. Two dominant subalpine plants showed high proportions of $\text{NO}_3^-_{atm}$ in organs acquired by both root and foliar uptake. These scientific breakthroughs will ultimately lead to a better understanding of how $\text{NO}_3^-_{atm}$ deposition affects the environment.

Keywords: Nitrate, atmospheric deposition, isotopes, subalpine, grasslands